

Docket No.: R2184.0240/P240  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Masajiro Iwasaki

Application No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: N/A

Filed: Concurrently Herewith

Examiner: Not Yet Assigned

For: IMAGE CLASSIFICATION METHOD,  
IMAGE FEATURE SPACE DISPLAYING  
METHOD, PROGRAM, AND  
RECORDING MEDIUM

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

MS Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following  
prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2002-223944	July 31, 2003

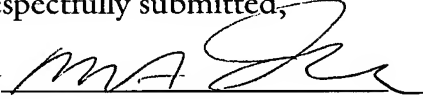
Application No.: Not Yet Assigned

Docket No.: R2184.0240/P240

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: July 15, 2003

Respectfully submitted,

By 

Mark J. Thronson

Registration No.: 33,082

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &

OSHINSKY LLP

2101 L Street NW

Washington, DC 20037-1526

(202) 785-9700

Attorney for Applicant

Japan Patent Office

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: July 31, 2002

Application Number: Japanese Patent Application  
No.2002-223944

[ST.10/C]: [JP2002-223944]

Applicant(s): RICOH COMPANY, LTD.

May 13, 2003

Commissioner,  
Japan Patent Office

Shinichiro Ota (Seal)

Certificate No.2003-3034399

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 7月31日

出願番号  
Application Number:

特願2002-223944

[ST.10/C]:

[JP2002-223944]

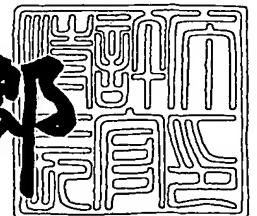
出願人  
Applicant(s):

株式会社リコー

2003年 5月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3034399

【書類名】 特許願

【整理番号】 0109196

【提出日】 平成14年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明の名称】 画像の分類方法、画像特徴量空間表示方法、プログラム  
および記録媒体

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 岩崎 雅二郎

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社 リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 100078134

【弁理士】

【氏名又は名称】 武 顕次郎

【電話番号】 03-3591-8550

【選任した代理人】

【識別番号】 100106758

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 昭成

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006770

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808513

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像の分類方法、画像特徴量空間表示方法、プログラムおよび記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像データベース中の全画像を分類する場合に、対象となる各画像を問合せ画像とし、分類代表画像データベースを予め設定された類似度で検索した結果、いずれの代表画像も検索されないときには、分類代表画像データベースにその画像を代表画像として登録する工程と、

分類代表画像が検索されたときには、検索された分類代表画像に対応する分類にその画像が属していることから非登録とする工程と、

を備え、前記各工程に基づいて対象となるすべての画像を処理して分類を表す分類代表データベースを生成することを特徴とする分類方法。

【請求項 2】 分類の代表画像を用いて画像データベースをその分類の類似度により検索することによって個々の分類に属する画像を得ることを特徴とする請求項 1 記載の分類方法。

【請求項 3】 生成された代表画像データベース中の代表画像に対して前記登録する工程と非登録とする工程を実行し、分類の階層構造を生成することを特徴とする請求項 1 記載の分類方法。

【請求項 4】 分類の階層構造を構成する各画像データベースをファイルシステムのディレクトリの階層で管理することを特徴とする請求項 3 記載の分類方法。

【請求項 5】 画像から抽出された多数の特徴量が点在する特徴量空間を表現する表示空間を生成する上で特徴量空間と隣接する特徴量空間に属する特徴量との位置関係を考慮して  $k$  ( $k$  は 1 以上の整数) 個のサブ特徴量空間に分割する工程、

同時に  $k$  ( $k$  は 1 以上の整数) 個のサブ特徴量空間の位置関係と同様の位置関係で表示空間を  $k$  ( $k$  は 1 以上の整数) 個のサブ表示空間に分割する工程、

個々のサブ特徴量空間とサブ表示空間を同様に分割し、個々の特徴量点がサブ特徴量空間に 1 つだけ属するようになるまで同様に再帰的に分割を繰り返し、最小

の各サブ特徴量空間の特徴量点を最小のサブ表示空間に配置する工程、  
 の各工程を実行して画像特徴量空間を生成することを特徴とする画像特徴量空間  
 表示方法。

【請求項 6】 画像から抽出された多数の特徴量が点在する特徴量空間を表  
 現する表示空間を生成する上で隣接する 2 つの特徴量空間の位置関係を考慮して  
 特徴量空間から選択した基準点 2 点の各基準点から一定の半径に含まれる 2 つの  
 サブ特徴量空間と、その 2 つのサブ特徴量空間のいずれにも含まれないサブ特徴  
 量空間の計 3 つのサブ特徴量空間に分割する工程、

前記サブ特徴量空間と同様の位置関係で表示空間もサブ表示空間に分割し、同  
 様に再帰的に個々の特徴量点がサブ特徴量空間に 1 つとなるまで分割を繰り返し  
 、最小の各サブ特徴量空間に対応する最小のサブ表示空間に対応する特徴量点を  
 配置する工程、  
 の各工程を実行して画像特徴量空間を生成することを特徴とする画像特徴量空間  
 表示方法。

【請求項 7】 再帰的に前記サブ特徴量空間に 3 分割する時に利用する基準  
 点として隣接する特徴量空間の代表点に最も近い点を選択することを特徴とする  
 請求項 6 記載の画像特徴量空間表示方法。

【請求項 8】 表示空間を 2 次元と限定した場合に、再帰的に特徴量空間を  
 分割する処理において格子状に上下左右に 4 つのサブ特徴量空間及び表示空間に  
 分割することとし、この分割時に使用する 4 つのサブ特徴量空間の基準点を選択  
 する時に、サブ特徴量空間に接している 2 つ隣接特徴量空間との距離が近く、か  
 つ、接していない他の 2 つ隣接特徴量空間との距離が遠い特徴量空間の点をその  
 サブ特徴量空間の基準点として選択する工程をさらに実行することを特徴とする  
 請求項 5 記載の画像特徴量空間表示方法。

【請求項 9】 表示空間を 3 次元と限定した場合に、再帰的に特徴量空間を  
 分割する処理において格子状に上下左右に 6 つのサブ特徴量空間及び表示空間に  
 分割することとし、この分割時に使用する 6 つのサブ特徴量空間の基準点を選択  
 する時に、サブ特徴量空間に接している 3 つ隣接特徴量空間との距離が近く、か  
 つ、接していない他の 3 つ隣接特徴量空間との距離が遠い特徴量空間の点をその



サブ特徴量空間の基準点として選択する工程を実行することを特徴とする請求項 5 記載の画像特徴量空間表示方法。

【請求項 1 0】 前記画像が、画像データベース中の全画像を分類する場合に、対象となる各画像を問合せ画像として分類代表画像データベースを予め設定された類似度で検索した結果としていずれの代表画像も検索されないときには、分類代表画像データベースにその画像を代表画像として登録する工程と、分類代表画像が検索されたときには、検索された分類代表画像に対応する分類にその画像が属していることから非登録とする工程とを備え、前記各工程に基づいて対象となるすべての画像を処理して生成された分類を表す分類代表データベースの画像であることを特徴とする請求項 5 記載の画像特徴量空間表示方法。

【請求項 1 1】 前記代表画像データベースが、生成された代表画像データベース中の代表画像に対して前記登録する工程と非登録とする工程を実行して生成された階層構造のものであることを特徴とする請求項 1 0 記載の画像特徴量空間表示方法。

【請求項 1 2】 請求項 5 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の画像特徴量空間表示方法の各工程を実行する手順がコンピュータによって実行可能に書き込まれたプログラム。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 記載のプログラムがコンピュータによって読み込まれ、実行可能に書き込まれた記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はコンピュータ上で膨大な画像を検索するための分類方法、この分類方法の実施も含む画像特徴量空間を生成するための画像特徴量空間生成方法、およびコンピュータ上で膨大な画像の特徴量空間を効率良くかつ精度よく表示するためのプログラム並びにこのプログラムを記憶する記録媒体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

この種の技術として例えば「類似画像検索における特徴量空間の可視化イン

ターフェイス」(電子情報通信学会技術研究報告 98巻204号)で発表された技術が公知である。この技術は、検索結果である画像間の関係を効果的にユーザに提示する類似画像検索システムに関するもので、検索結果の画像特徴量を主成分分析することによって固有空間を計算し、そのインターフェースにおいてユーザが前記空間から2軸を選択すると、その2軸で張られる可視化空間上に検索結果の分布が縮小画像の散布図として表示されるようにしたもので、いわば主成分分析により特徴の多次元空間の次元数を落とし、2次元空間の表示空間にマップする方法である。この方法では、画像は2次元空間にそのまま配置されるのみである。また、画像を3次元空間にそのままは位置し、仮想的な3次元空間を2次元画面に表示する方式も知られている。

## 【0003】

また、「インタラクティブ視覚化による文献集合からの情報獲得支援」(日本ソフトウェア科学会 第13大会)で発表された技術も知られている。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、前者の「類似画像検索における特徴量空間の可視化インターフェイス」では、画像特徴がベクトルデータで表現できない場合、又は、画像の類似性が線形結合で表せない場合には主成分分析ができず、この方法を利用できない。

## 【0005】

また、後者の「インタラクティブ視覚化による文献集合からの情報獲得支援」では計算量が膨大で処理時間を要するためにインタラクティブな表示には向かない。

## 【0006】

本発明はこのような従来技術の実情に鑑みてなされたもので、その目的は、膨大な画像の特徴量空間を効率良くかつ精度よく表示するための分類方法、画像特徴量表示方法およびコンピュータ上で膨大な画像の特徴量空間を効率良くかつ精度よく表示するためのプログラム並びにこのプログラムを記憶する記録媒体を提供することにある。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため第 1 の手段は、画像データベース中の全画像を分類する場合に、対象となる各画像を問合せ画像とし、分類代表画像データベースを予め設定された類似度（特徴量空間中の予め設定された半径内）で検索した結果、いずれの代表画像も検索されないときには、分類代表画像データベースにその画像を代表画像として登録する工程と、分類代表画像が検索されたときには、検索された分類代表画像に対応する分類にその画像が属していることから非登録とする工程とを備え、前記各工程に基づいて対象となるすべての画像を処理して分類を表す分類代表データベースを生成する分類方法を特徴とする。このように構成すると、既存の画像データベースを利用して効率良く分類を生成することが可能となる。

## 【0008】

第 2 の手段は、第 1 の手段において、分類の代表画像を用いて画像データベースをその分類の類似度により検索することによって個々の分類に属する画像を得ることを特徴とする。このように構成すると、既存の画像データベースを利用して分類に属する画像を効率良く抽出することが可能となる。

## 【0009】

第 3 の手段は、第 1 の手段において、生成された代表画像データベース中の代表画像に対して前記登録する工程と非登録とする工程を実行し、分類の階層構造を生成することを特徴とする。このように構成すると、既存の画像データベースを利用して効率良く階層分類を生成することが可能となる。

## 【0010】

第 4 の手段は、第 3 の手段において、分類の階層構造を構成する各画像データベースをファイルシステムのディレクトリの階層で管理することを特徴とする。このように構成すると、既存のファイルシステムのディレクトリ階層を利用して容易に階層分類を管理することが可能となる。

## 【0011】

第 5 の手段は、画像から抽出された多数の特徴量が点在する特徴量空間を表現する表示空間を生成する上で特徴量空間と隣接する特徴量空間に属する特徴量と

の位置関係を考慮して  $k$  ( $k$  は 1 以上の整数) 個のサブ特徴量空間に分割する工程、同時に  $k$  ( $k$  は 1 以上の整数) 個のサブ特徴量空間の位置関係と同様の位置関係で表示空間を  $k$  ( $k$  は 1 以上の整数) 個のサブ表示空間に分割する工程、個々のサブ特徴量空間とサブ表示空間を同様に分割し、個々の特徴量点がサブ特徴量空間に 1 つだけ属すようになるまで同様に再帰的に分割を繰り返し、最小の各サブ特徴量空間の特徴量点を最小のサブ表示空間に配置する工程の各工程を実行して画像特徴量空間を生成する画像特徴量空間表示方法を特徴とする。このように構成すると、高速かつ高精度な画像特徴量の表示空間を生成することが可能となる。

第 6 の手段は、画像から抽出された多数の特徴量が点在する特徴量空間を表現する表示空間を生成する上で隣接する 2 つの特徴量空間の位置関係を考慮して特徴量空間から選択した基準点 2 点の各基準点から一定の半径に含まれる 2 つのサブ特徴量空間と、その 2 つのサブ特徴量空間のいずれにも含まれないサブ特徴量空間の計 3 つのサブ特徴量空間に分割する工程、前記サブ特徴量空間と同様の位置関係で表示空間もサブ表示空間に分割し、同様に再帰的に個々の特徴量点がサブ特徴量空間に 1 つとなるまで分割を繰り返し、最小の各サブ特徴量空間に対応する最小のサブ表示空間に対応する特徴量点を配置する工程の各工程を実行して画像特徴量空間を生成する画像特徴量空間表示方法を特徴とする。このように構成すると、1 次元に特化して高精度な 1 次元の表示空間を生成することが可能となる。

#### 【 0 0 1 2 】

第 7 の手段は、第 6 の手段において、再帰的に前記サブ特徴量空間に 3 分割する時に利用する基準点として隣接する特徴量空間の代表点に最も近い点を選択することを特徴とする。このように構成すると、1 次元に特化して高精度な 1 次元の表示空間を生成することが可能となる。

#### 【 0 0 1 3 】

第 8 の手段は、第 5 の手段において、表示空間を 2 次元と限定した場合に、再帰的に特徴量空間を分割する処理において格子状に上下左右に 4 つのサブ特徴量空間及び表示空間に分割することとし、この分割時に使用する 4 つのサブ特徴量

空間の基準点を選択する時に、サブ特徴量空間に接している 2 つ隣接特徴量空間との距離が近く、かつ、接していない他の 2 つ隣接特徴量空間との距離が遠い特徴量空間の点をそのサブ特徴量空間の基準点として選択する工程をさらに実行することを特徴とする。このように構成すると、2 次元に特化して高精度な 2 次元の表示空間を生成することが可能となる。

## 【 0 0 1 4 】

第 9 の手段は、第 5 の手段において、表示空間を 3 次元と限定した場合に、再帰的に特徴量空間を分割する処理において格子状に上下左右に 6 つのサブ特徴量空間及び表示空間に分割することとし、この分割時に使用する 6 つのサブ特徴量空間の基準点を選択する時に、サブ特徴量空間に接している 3 つ隣接特徴量空間との距離が近く、かつ、接していない他の 3 つ隣接特徴量空間との距離が遠い特徴量空間の点をそのサブ特徴量空間の基準点として選択する工程を実行することを特徴とする。このように構成すると、3 次元に特化して高精度な 3 次元の表示空間を生成することが可能となる。

## 【 0 0 1 5 】

第 10 の手段は、第 5 の手段において、前記画像が、画像データベース中の全画像を分類する場合に、対象となる各画像を問合せ画像として分類代表画像データベースを予め設定された類似度で検索した結果としていずれの代表画像も検索されないときには、分類代表画像データベースにその画像を代表画像として登録する工程と、分類代表画像が検索されたときには、検索された分類代表画像に対応する分類にその画像が属していることから非登録とする工程とを備え、前記各工程に基づいて対象となるすべての画像を処理して生成された分類を表す分類代表データベースの画像であることを特徴とする。このように構成すると、分類を表示することで膨大な画像空間を効率よく表示することが可能となる。

## 【 0 0 1 6 】

第 11 の手段は、第 10 の手段において、前記代表画像データベースが、生成された代表画像データベース中の代表画像に対して前記登録する工程と非登録とする工程を実行して生成された階層構造のものであることを特徴とする。このように構成すると、階層分類を表示することで膨大な画像空間を効率よく表示する

ことが可能となる。

【0017】

第12の手段は、第5ないし第11の手段に係る画像特徴量空間表示方法の各工程を実行する手順を書き込んでコンピュータプログラムとしたことを特徴とする。

【0018】

第13の手段は、第12のプログラムがコンピュータによって読み込まれ、実行できるように記録媒体に書き込んだことを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0020】

# 1. 構成

図1は本発明の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【0021】

同図において、本発明の実施形態に係る画像表示装置100は、CPU101、ROM102、RAM103、キーボード104、マウス105、モニタ106、ペリフェラルI/F107、ネットワークI/F108及び画像表示ユニット110から基本的に構成され、画像表示ユニット110は画像表示部111と画像アプリケーションを112を含む。CPU101は画像表示装置100全体及び前記各部の制御を司る。ROM102にはCPU101が実行するプログラムが格納され、CPU101はRAM103をワークエリアとして使用しながらROM102に格納されたプログラムを実行する。RAM103のワークエリアとして機能するとともに、CPU101がプログラムの実行時に使用する動的なデータが格納される。キーボード104及びマウス105は入力装置として設けられ、モニタ106にはCPU101で処理するためのあるいは処理した情報が表示される。ペリフェラルI/F107はデジタルカメラ120やスキャナなどの周辺機器とのI/Fで、ネットワークI/F108はネットワーク130に接続するためのI/Fである。

【 0 0 2 2 】

図 2 は画像表示装置 1 0 0 において実行される処理内容を示すブロック図である。

【 0 0 2 3 】

画像表示部 1 1 1 では、

- 1) 特徴量抽出 (画像データベース生成) 2 1 0
- 2) 分類 (代表画像データベース生成) 2 2 0
- 3) 表示空間生成 (特徴量空間及び表示空間分割) 2 3 0
- 4) 表示画面生成 (画像配置) 2 4 0

の各処理が実行される。なお、分類を必要としないときには前記分類処理 2 2 0 は省略される。

【 0 0 2 4 】

また、特徴量抽出処理では、画像データベース (以下、画像 DB と称す) 2 5 0 が、分類処理では、分類データベース (以下、分類 DB と称す) 2 6 0 がそれぞれ使用される。なお、画像アプリケーション 1 1 2 にはペリフェラル I / F 1 0 7 を介してデジタルカメラ 1 2 0 から画像情報が入力され、画像表示部 1 1 1 で前記処理が実行された後、モニタ 1 0 6 へと出力される。

【 0 0 2 5 】

以下、各処理について説明する。

【 0 0 2 6 】

2. 特徴抽出処理

画像の特徴量として、ヒストグラム特徴、エッジ特徴、テクスチャ特徴など、様々あり、本発明はいずれの特徴に対しても応用できる。もちろん画像以外のデータから抽出した特徴量でもかまわない。例えばテキストから抽出した特徴量にも応用可能である。ここでは一般的なヒストグラム特徴の抽出処理について説明する。画像としてはデジタルカメラ、スキャナで入力した画像、Web からダウンロードした画像など様々考えられるが、本装置では入力方法を制限するものではない。

【 0 0 2 7 】

ヒストグラム特徴とは、適当な色空間（例えばL a b, L u v, H S Vなど）を選択してこの空間を複数の領域に分割し、画像の各ピクセルが色空間のどの領域に対応するかを調べ、領域毎のピクセル数をカウントした後、全体のピクセル数により正規化し、正規化された領域毎のピクセル数のデータがヒストグラム特徴である。

## 【 0 0 2 8 】

このヒストグラムの特徴量がヒストグラムの特徴量空間のポイントとなる。ヒストグラムの特徴量空間での2つの特徴量の距離（画像の類似度であり0に近いほど類似していることを示す）として、一般に2つの特徴量の対応する各領域毎のピクセル数の差分の合計やユークリッド距離が利用される。こうして特徴量間の距離を求めることができる。その他の一般的に利用されている形状やテクスチャといった特徴量も利用が可能である。このようにして画像と特徴量是一对一に対応し、特徴量空間での特徴量間の関係を示すことは、画像間の関係を示すことを意味する。

## 【 0 0 2 9 】

## 3. 表示画像（ビュー）生成及び表示画面生成

画像ビューアは指定された画像DB 1 5 0に登録されている画像のビュー生成のための画像の座標値を生成する。指定された画像DB 2 5 0が分類DB 2 6 0であれば分類のビューアを生成することが可能である。基本的には画像間の類似性（特徴量間の距離）を考慮し、類似する画像を近い座標値に配置するが、表示形態（配置アルゴリズム）として以下の2つの方法がある。1つは3分割方法で、他の1つは4分割（グリッド）分割方法である。

## 【 0 0 3 0 】

3分割方法は、再帰的に領域を3分割する方法である。1次元に配置する場合に適している。つまり、表示座標軸ごとに特徴量を指定する場合に有効である。4分割（グリッド）分割方法は、グリッドベースに分割するもので、2次元にしか表示できないが精度が高い。詳細を以下に示す。

## 【 0 0 3 1 】

## 3. 1 3分割方式



以下に 3 分割法による画像 D B に登録されている全画像を画像セットとし、以下処理手順中に使用される参考点 A、参考点 B をセットせず以下の処理を開始する。なお、本処理は再帰的に呼び出される。

【 0 0 3 2 】

1) 画像セットの画像数が 1 の場合には領域の中心座標をその画像の表示座標としてセットし処理を終了する。画像セットの画像数が 2 以上の場合には画像セットを以下のように 3 分割する

・参考点 A、参考点 B の両方がセットされていない場合

a) 任意の一画像を画像 M とする。

【 0 0 3 3 】

b) 画像 M から最も遠い画像を画像 A とする。つまり、画像 M の特徴量から最も距離の遠い特徴量の画像を画像 A とする。以下特徴量を省略して記述する。

【 0 0 3 4 】

c) 画像 A から最も遠い画像を画像 B とする。

【 0 0 3 5 】

d) 画像セット中の画像で画像 A から半径 R 内にある画像を画像セット A とし、画像 B から半径 R 内にある画像を画像セット B とする。そして、それ以外の画像を画像セット C とする。

【 0 0 3 6 】

・参考点 A (参考点 B) のみがセットされている場合

a) 参考点 A (参考点 B) に最も近い画像を画像 A とする。

【 0 0 3 7 】

b) 画像 A (画像 B) から最も遠い画像を画像 B (画像 A) とする。

【 0 0 3 8 】

c) 画像セット中の画像で画像 A (画像 B) から半径 R 内にある画像を画像セット A (画像セット A) とし、画像 B (画像 A) から半径 R 内にある画像を画像セット B (画像セット A) とする。そして、それ以外の画像を画像セット C とする。

【 0 0 3 9 】

・ 参考点 A、参考点 B がセットされている場合

a) 参考点 A に最も近い画像を画像 A とする。

【 0 0 4 0 】

b) 参考点 B に最も近い画像を画像 B とする。

【 0 0 4 1 】

c) 画像セット中の画像で画像 A から半径 R 内にある画像を画像セット A とし、画像 B から半径 R 内にある画像を画像セット B とする。そして、それ以外の画像を画像セット C とする。

【 0 0 4 2 】

2) 画像領域の最も範囲の広い軸を画像セット A の画像数と画像セット B の画像数と画像セット C の画像数に比例して表示領域を 3 分割して表示領域を表示領域 A、表示領域 B、表示領域 C とする (図 3 は表示領域を 1 次元とした場合である)。

【 0 0 4 3 】

3) 表示領域 C、画像セット C、画像 A、画像 B をそれぞれ表示領域、画像セット、参考点 A、参考点 B として本処理 1) を再帰的に呼び出す。

【 0 0 4 4 】

4) 表示領域 A 及び画像セット A をそれぞれ表示領域及び画像セットとし、参考点をセットせずに本処理を再帰的に呼び出す。

【 0 0 4 5 】

5) 表示領域 B 及び画像セット B をそれぞれ表示領域及び画像セットとし、参考点をセットせずに本処理を再帰的に呼び出す。

【 0 0 4 6 】

6) 処理を終了する。

【 0 0 4 7 】

この方法は 1 次元に画像を並べる時に有効である。再帰的に領域を分割する時に前回の分割とは異なる表示領域の次元軸を利用することにより二次元や三次元にも対応できるが、この場合には次元軸が次々に変わるので参照点が意味をなさなくなる。したがって参照点を使えないので、一次元と比較すると精度が低下す

る。この方法で一次元に並べられた画像を図4のように並べることによって一般的な画像一覧表示の形態となり一般のアプリケーションへの応用が容易で、かつ、画像の類似性に基づいて整列しているので、効率よく画像をブラウズできる利点がある。

## 【0048】

また、異なる特徴量を用いて上記方法によりそれぞれの特徴量ごとに一次元の座標が得られるので、各表示次元軸に特徴量を割り振った、二次元や三次元の表示画面を生成することが可能である。

## 【0049】

## 3. 2 4分割（グリッド）分割方法

前述の3分割方法とは異なり、図5に示すようにグリッドベースに表示領域を分割する。以下のように表示領域（画像空間）を順次4分割することで表示空間を生成する。最初の4分割は図7以降で説明する方法を用い、数が等分になるように分割する。次の4分割は上位層での隣接するグリッドをベースに分割する。図で網点で指定した部分の分割に関して説明する。図6に図5の3層目、4層目を上から見た図を示す。

## 【0050】

図6の中心領域を4分割する場合には、グリッドA～Dを参考にする。例えば領域1の代表点を求める場合には以下の示す式が評価関数となる。

## 【0051】

$$E1(p) = D(A, p) + D(B, p) + (1 - D(C, p)) + (1 - D(D, p))$$

ここで、 $D()$  は距離関数（画像特徴量間の距離を表す関数）であり、A～DはグリッドA～Dのそれぞれの代表点（画像）である。中心領域に含まれるすべての点で最も評価関数の値が小さい点が領域1の代表点となる。同様にして領域2～4の代表点を求める。代表点が確定したなら、中心領域に属するすべての点（画像）を代表点との距離に基づいて数が等分になるように分配する。

## 【0052】

以下、4分割処理の一例について説明する。

【0053】

- 1) 中心領域の全画像数Nから各部分画像の最大画像数Mを決める。

【0054】

$$M = N / 4 + 1$$

とする。

【0055】

- 2) 残りの画像から一つずつ選択し、領域1～4の代表点との距離を算出して最も近い領域（仮に領域1とする）に入れる。

【0056】

- 3) その領域1に入れることで部分空間の属する画像数がMを超える場合は、その部分領域1の中で代表点から最も距離の遠い画像をその領域からはずす。はずした画像に対して他の領域との距離を算出して最も近い領域（仮に領域2とする）に入れる。ただし、その領域2に入れることで領域の属する画像数がMを超える場合は、領域2から同様にして一画像をはずし、領域1、領域2を除く他の部分空間に対して同様の処理をする。このように画像数が超える場合には同様の処理を順次繰り返す。

【0057】

- 1) 2)、3) を繰り返しすべての画像を割り振れば、均一に割り振られる。

【0058】

このようにしてある階層のすべてのグリッドに画像を割り振り終えたなら、さらにグリッドを細分化した下位層に処理を移し同様に上位層のグリッドを利用して各グリッドの画像を割り振る。この処理を繰り返しすべてのグリッドに割り振られている画像数が1以下になったら処理を終了する。

【0059】

これによって画像が表示空間に均一に割り振られる。

【0060】

なお、ここでは二次元空間の例を示したが、同様にして3次元にも拡張することが可能である。

【0061】

#### 4. 画像の分類

以上のようにして多数の画像を表示画面に表示することが可能であるが、極めて大量の画像を1つの表示画面で表示すると、一画像のサイズを小さくしたり、またサイズを小さくできない場合には画像間の重なりが生じることになり、いずれにしろ視認性が落ち実用的ではない。本発明では、大量の画像を表示画面に表示する場合には、すべての画像を表示画面に表示するのではなく、画像を画像間の類似度を基に自動的に分類した上で、各分類の代表画像を表示画面で表示することで上記問題点を解決する。以下に画像の分類方法について述べる。

【0062】

#### 5. 分類方法

本分類方法は類似画像検索システム上で実現が可能である。類似画像検索システムは例えば以下のように構成されている。類似画像検索システム一例について説明する。

【0063】

図7は類似画像検索システムのシステム構成を示すブロック図である。本システムは、コンピュータ10と、記憶装置内のファイルシステム20と、ディスプレイ30とからなる。コンピュータ10には画像管理検索プログラム11が格納され、このプログラムにしたがって画像管理検索が実行される。画像管理検索プログラム11には、画像登録ルーチン12と画像検索ルーチン15が含まれ、画像登録ルーチン12では、第1の特徴抽出処理13、登録処理14が実行され、画像検索ルーチン15では、第2の特徴抽出処理16、検索処理17及び結果表示処理18の各処理が実行される。また、結果表示処理18の処理結果はディスプレイ30に出力され、ディスプレイ30に表示される。

【0064】

ファイルシステム20は、画像ファイル21と画像ファイル名ファイル22と、画像特徴量ファイル23の3つのファイルを含む。

【0065】

このように大略構成されたシステムで、例えば、デジタルカメラなどで得られた画像ファイルが記憶装置上にあると想定する。このよう場合、指定されたフォ

ルダに対しては、以下のような手順に沿って登録処理が行われる。

【 0 0 6 6 】

- 1) 未登録のフォルダ内の任意の画像ファイル 2 1 を 1 つ選択する（ファイル選択）。
- 2) 選択された画像ファイル 2 1 から画像特徴量を抽出する特徴抽出処理を実行する（特徴抽出処理）。
- 3) 画像ファイル 2 1 を特定できるように画像ファイル名を画像ファイル名ファイル 2 2 に登録し、これに対応付けして画像特徴量を画像特徴量ファイル 2 3 に登録する登録処理を実行する（登録処理）。
- 4) フォルダ内に未登録の画像ファイル 2 1 があれば 1) に戻る。なければ終了する。

【 0 0 6 7 】

検索処理は以下のように処理される。

【 0 0 6 8 】

- 1) 検索用の問合せ画像を入力とする。入力画像は当該のフォルダ以外に存在する画像でも構わない（検索入力）。
- 2) 問合せ画像から画像特徴量を抽出する特徴抽出処理を実行する（特徴抽出処理）。
- 3) 問合せ画像の画像特徴量に類似する画像特徴量を検索する検索処理を実行する。この検索処理では、全画像特徴量と逐一比較して類似する画像を検索しても良いし、R - T R E E などの空間インデックスを利用しても良い。そして、検索結果の各画像特徴量に関連付けられている画像ファイル名を画像ファイル名ファイル 2 2 から取得し、画像ファイル名の検索結果を生成する（検索処理）。
- 4) 画像ファイル名の検索結果から画像ファイル 2 1 の画像を一覧してディスプレイ 3 0 に表示する検索結果表示処理を実行する（表示処理）。

【 0 0 6 9 】

画像登録ルーチン 1 2 の詳細は以下の通りである。

【 0 0 7 0 】

コンピュータ 1 0 のファイルシステム 2 0 のフォルダは図 8 のフォルダ構造の

説明図に示すような3層のフォルダ20a、20b、20c、20d、20eの階層構造になっており、3層目の特定のフォルダ20eに大量の画像があるとす。図のように画像特徴量ファイル23と画像ファイル名ファイル22は、その画像が存在するフォルダに配置しても良いし、画像のフォルダに対応付けられた別のフォルダに配置してもよい。

## 【0071】

第1の特徴抽出処理13で抽出される画像特徴量は例えば特開2000-187731公報で使用されている特徴量を利用することが可能であり、また、画像検索では一般的なカラーヒストグラムなどが利用可能である。特開2000-187731公報に開示されている特徴量の抽出は、用意された画像を構成する画素毎との色に基づいて各画素が予め複数の領域に分割された色空間中のいずれの領域に属するかを特定し、各領域に属する画素の数に基づいて画像の色のヒストグラムを生成し、生成した色のヒストグラムを画像の特徴を表す特徴量として抽出するもので、その抽出の際に、色空間として人間が有する色の感覚に即した色空間であり、かつ、人間が有する色の感覚に即した単位の領域に分割された色空間を用いるようにしたものである。これらの特徴量データはベクトルデータ（多次元データ）として表現される。

## 【0072】

登録処理14では画像特徴量と画像ファイル名が図9の画像特徴量と画像ファイル名の関係を示す説明図から分かるように1対1に関連付けられて、画像特徴量ファイル23と画像ファイル名ファイル22に登録される。このように1対1に関連付けて登録しておく、いずれか一方が検索できれば、他方の対応関係が分かっているのですぐに検索することができる。また、高速に画像検索を実行するために画像特徴量とは別にさらに特徴量のインデックスファイルをもつことも可能である。インデックスファイルとしては一般的な多次元空間インデックスのR-TREEなどが利用可能である。

## 【0073】

画像検索ルーチン15では、画像登録処理時の特徴量抽出（第1の特徴量抽出処理13）と同様に、第2の特徴量抽出処理16で指定された画像から特徴量が

抽出される。抽出された画像特徴量は画像特徴量ファイル 2 3 中の画像特徴量との類似性を逐一比較する。類似性は特徴量ベクトル空間内の距離により表現されるので、一般的な距離式であるユークリッド距離などが利用可能である。複数の特徴量を利用している場合には特徴量ごとの重み付けをユーザが指定できるようにしても良い。問合せ画像の画像特徴量と画像特徴量ファイル 2 3 中の画像特徴量との距離が小さい（類似性が大きい）順に画像特徴量をソートし、上位からユーザが予め指定した画像数を画像検索の結果とする。または、ユーザが予め指定した距離（類似度）の閾値に入る画像特徴量を検索の結果とする。こうして得られた画像特徴量に関連付けられた画像ファイル名を画像ファイル名ファイル 2 2 から取得し、各画像ファイル 2 1 をロードして画像をディスプレイ 3 0 に表示する。検索画面及び検索結果画面の一例を図 1 0 に示す。図 1 0 はディスプレイ 3 0 の画面を示す正面図である。

## 【 0 0 7 4 】

図 1 0 において、類似画像検索画面 3 1 には、操作表示領域 3 1 a と検索結果表示領域 3 1 b が設定され、操作表示領域 3 1 a が上部側に、検索結果表示領域 3 1 b が下部側にそれぞれ設けられている。

## 【 0 0 7 5 】

操作表示領域 3 1 a の上部には、検索対象画像 3 2 が表示され、その右側に「全体色」「色分布」「輪郭」及び「模様」の重み付けパラメータを指定するためのスライダバー 3 3 が表示されている。また、検索対象画像 3 2 の下には検索フォルダの指定入力部 3 4 が、前記スライド入力部 3 3 の下には検索の最大表示数を入力する表示数入力部 3 5 がそれぞれ設けられている。この画面では、検索フォルダは C ¥ T E M P ¥ D A T A で、最大表示数は 2 0 となっている。検索フォルダの指定入力部 3 4 からは、画像フォルダの指定や下位フォルダを検索するか否かがの指定できる。これらの入力や指定が終了し、表示数入力部 3 5 の下方に設けられた検索開始キー 5 0 を選択すると前述の設定に基づいて検索が開始される。

## 【 0 0 7 6 】

検索結果表示領域 3 1 b には、検索された類似の画像が表示される。この例で



は最大表示数が20に設定されていることから20の画像が表示されている。ユーザは、この中から意図する画像を選択すればよい。

【0077】

フォルダの画像は編集されるかもしれないし、また画像ファイルが追加される可能性もある。そこで、ユーザがフォルダを指定して画像登録チェックを実行すると、指定されたフォルダ内の画像ファイル21が画像ファイル名ファイル22に登録されているか否かをチェックし、場合によっては再登録する。以下に処理を示す。

【0078】

- (1) フォルダ中の画像から任意の画像ファイルを1つ選択する。
- (2) 選択された画像ファイル21が画像ファイル名ファイル22に存在しない場合には、当該の画像ファイル21を新規に登録する。
- (3) 当該画像ファイル21が画像ファイル名ファイル22に存在する場合でも、登録日時よりも画像ファイル21の更新日時が新しければ再登録する。なお、これを実現するために画像ファイル名ファイル22には登録日時も登録時に記録しておく必要がある。
- (4) 未処理の画像ファイルがあれば1)に戻る。
- (5) 画像ファイル名ファイル22中の画像ファイル21でフォルダ中に存在しない画像特徴量を画像特徴量ファイル23及び画像ファイル名ファイル22から削除する。

【0079】

このような類似画像検索システムでは、フォルダ毎に画像から画像特徴量を予め抽出しておき、1対1に対応付けて画像特徴量ファイル23と画像ファイル名ファイル22に登録しておき、検索時には当該の画像特徴量を利用して検索することによってフォルダ単位の検索が可能となる。また、既に登録済みのフォルダに対してユーザが画像ファイル21を変更した場合でも画像特徴量の更新を行なうことができる。さらに、フォルダの指定入力部34からのフォルダの検索の指定に応じて検索時に指定されたフォルダに属する下位のフォルダすべてを検索の対象とすることができる。

【 0 0 8 0 】

画像はこのような類似画像検索システム上の画像DBにすでに登録済みであることを前提に説明する。ユーザが分類DB名及び分類時の特徴量の重み付けW及び分類の類似度（特徴量空間上での距離）Rを指定し以下の処理により分類を行なう。

【 0 0 8 1 】

1) 類似画像検索システム上で分類DBを生成する。分類DBは各分類の代表画像のDBとなる。

【 0 0 8 2 】

2) 画像DBから順に一画像（画像A）取り出して以下の処理を実行する。すべての画像を取り出したら処理を終了する。

【 0 0 8 3 】

3) 指定された特徴量の重み付けW及び分類の類似度（距離）Rを用い画像Aを問合せ画像として分類DBを検索する。つまり、特徴量空間上で画像Aの特徴量のポイントを中心とした距離Rの範囲内にある特徴量の画像を検索する。分類DBから代表画像が1つでも検索されたならば2)に戻る。検索されるということは画像Aは検索された代表画像の分類に属していることになるので、新たに分類を生成する必要がないことを意味する。

【 0 0 8 4 】

4) 分類DBから代表画像が検索されないならば画像Aを分類の代表画像として分類DBに登録し、2)に戻る。代表画像が検索されないということは、この時点で分類DBに登録されているいずれの分類にも属さず、新たに分類を生成する必要があることを意味する。

【 0 0 8 5 】

前記処理により分類DBには個々の分類の代表画像が登録されたことになる。分類に含まれる画像を取り出す場合には分類の代表画像を問合せ画像として画像データベースを検索すればよい。

【 0 0 8 6 】

これは基本的なクラスタリング手法であるNN法に準じているが、NN法では

画像数が増大するにつれて処理時間が低下するが、この方法では類似画像検索システム上で実装するので高速な類似画像検索システムであれば飛躍的に分類速度を向上することが可能となる。

【 0 0 8 7 】

このように生成された分類DBも画像DBの1つであるので、分類数が非常に大きくなった場合は分類DBをさらに同様にして分類することにより分類階層を作成することで、より少ない分類数にすることも可能である。

【 0 0 8 8 】

#### 6. 分類データ構成

前述のように分類数が多くなった場合には階層的に分類を生成したり、または、1つの画像DB 2 5 0 に対して異なる画像特徴量を用いた分類を複数生成したりする場合に適するように以下のようにデータを構成する。インデントはファイルシステムのディレクトリの包含関係を示し、画像DBディレクトリには画像DB 2 5 0 と分類DBディレクトリが存在することを意味する。

【 0 0 8 9 】

- ・ 画像DBディレクトリ (画像DB名ディレクトリ) (①)
  - ・ 画像DB (②)
    - ・ (第一) 分類DBディレクトリ (分類DB名) ディレクトリ (③)
      - ・ (第二) 分類DB (④)

画像DB 2 5 0 や分類DB 2 6 0 は画像検索システムにより管理されるDBである。①②と③④が全く同様の構成となり、前述のように分類DB 2 6 0 もデータとしては画像DB 2 5 0 の1つであるので、分類DB 2 6 の代表画像をさらに分類することが可能となる。その場合には、以下のようになる。

【 0 0 9 0 】

- ・ 画像DBディレクトリ (画像DB名ディレクトリ) (①)
  - ・ 画像DB (②)
    - ・ 第一分類DBディレクトリ (分類DB名) ディレクトリ (③)
      - ・ 第一分類DB (④)
        - ・ 第二分類DBディレクトリ (分類DB名) ディレクトリ (⑤)

・ 第二分類DB (⑥)

ディレクトリの階層を利用して同様に何階層にでも再帰的に分類DBを生成することができる。ファイルシステムのディレクトリを利用して分類階層を表現しているので、分類階層を本システムで管理する必要がない利点がある。

【0091】

また、1つの画像DBに対して異なる特徴量を指定して複数の分類DBを生成した場合のデータ構成を以下に示す。

【0092】

- ・ 画像DBディレクトリ (画像DB名ディレクトリ) (①)
  - ・ 画像DB (②)
  - ・ A分類DBディレクトリ (分類DB名) ディレクトリ (③)
    - ・ A分類DB (④)
  - ・ B分類DBディレクトリ (分類DB名) ディレクトリ (⑤)
    - ・ B分類DB (⑥)

7. 分類画像のビュー生成

前記分類とビュー生成を組み合わせることによって大規模画像データベースのビューを効率良く生成することが可能となる。前述の画像DB 250に登録されている画像を前述のビュー生成方式でビューを生成することは可能であるが、画像数が膨大な場合にはユーザが見やすいビューとはならない。そこで分類DB 260には分類を代表する画像、つまり全画像集合を代表する画像のみが登録されているので、その分類DB 260に対するビューを生成すればよい。それでも代表画像数が多い場合には事前に第二階層の分類を生成しておけば第二階層の分類DB 260のビューを生成すればよい。階層構成は既存のファイルシステムのディレクトリ階層で表現され、各分類は独立した同一形式のDBで構成されているので、分類階層を管理する必要もないし、画像DB 250、第一分類、第二分類のすべての同じ仕組みで処理が可能となる。

【0093】

なお、この実施形態では、画像から抽出した特徴量を使用した例について説明しているが、あらゆる特徴量 (文書から抽出した特徴量など) に応用が可能であ

る。

【 0 0 9 4 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、膨大な画像の特徴量空間を効率良くかつ精度よく表示するための分類方法および画像特徴量表示方法を提供することができる。

【 0 0 9 5 】

また、コンピュータ上で膨大な画像の特徴量空間を効率良くかつ精度よく表示するためのプログラム並びにこのプログラムを記憶する記録媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の実施形態に係る画像表示装置において実行される処理内容を示すブロック図である。

【図 3】

3 分割の配置アルゴリズムを説明するための図である。

【図 4】

1 次元に画像を並べる時の状態を説明するための図である。

【図 5】

4 分割の配置アルゴリズムを説明するための図である。

【図 6】

図 5 の 3 層目、4 層目を上から見た図を示す。

【図 7】

類似画像検索システムのシステム構成を示すブロック図である。

【図 8】

図 7 のファイルシステムのフォルダ構造を示す説明図である。

【図 9】

図 7 におけるファイルシステムの画像ファイル名ファイルと画像特徴量ファイ

ルに格納された画像ファイル名と画像特徴量との対応関係を示す図である。

【図 1 0】

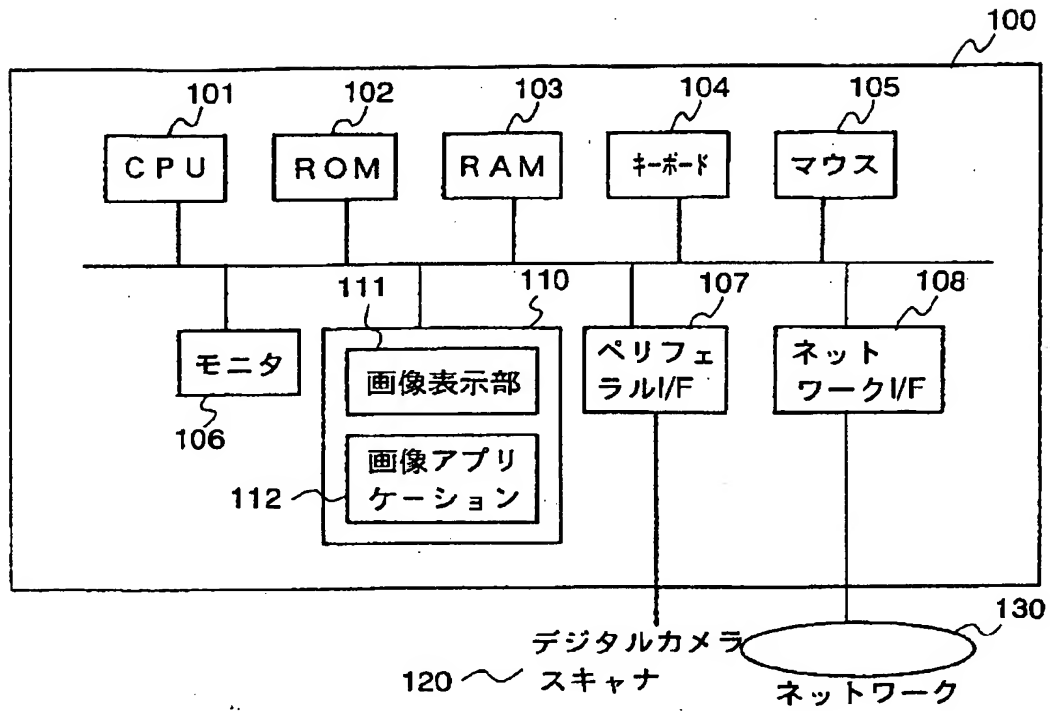
類似画像検索システムにおける検索画面と検索結果画面の一例を示す図である

【符号の説明】

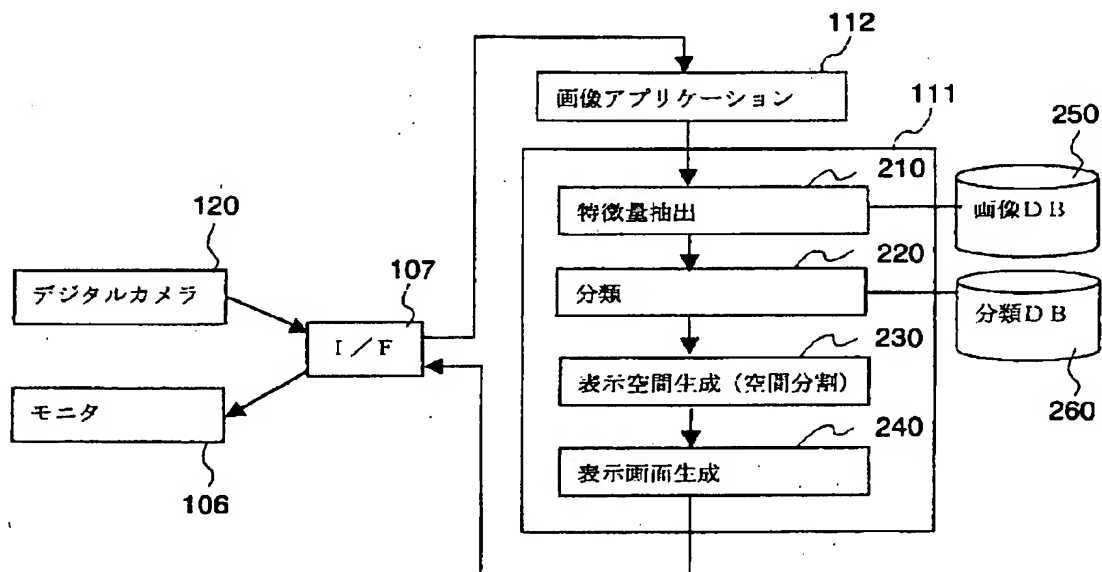
- 1 0 0 画像表示装置
- 1 0 1 C P U
- 1 0 6 モニタ
- 1 0 7 ペリフェラル I / F
- 1 1 0 画像表示ユニット
- 1 1 1 画像表示部
- 1 1 2 画像アプリケーション
- 2 1 0 特徴量週出処理
- 2 2 0 分類処理
- 2 3 0 表示空間生成処理
- 2 4 0 表示画面生成処理
- 2 5 0 画像 D B
- 2 6 0 分類 D B

【書類名】 図面

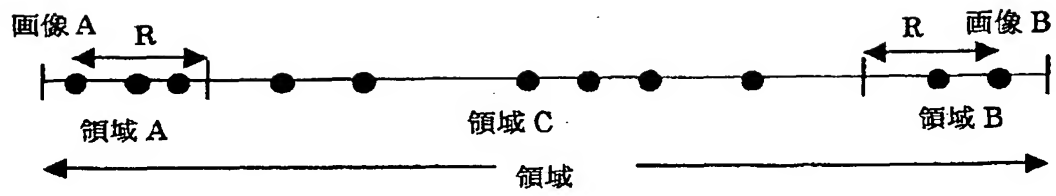
【図 1】



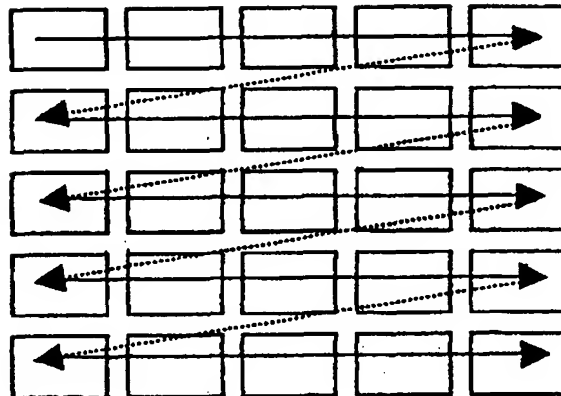
【図 2】



【図 3】

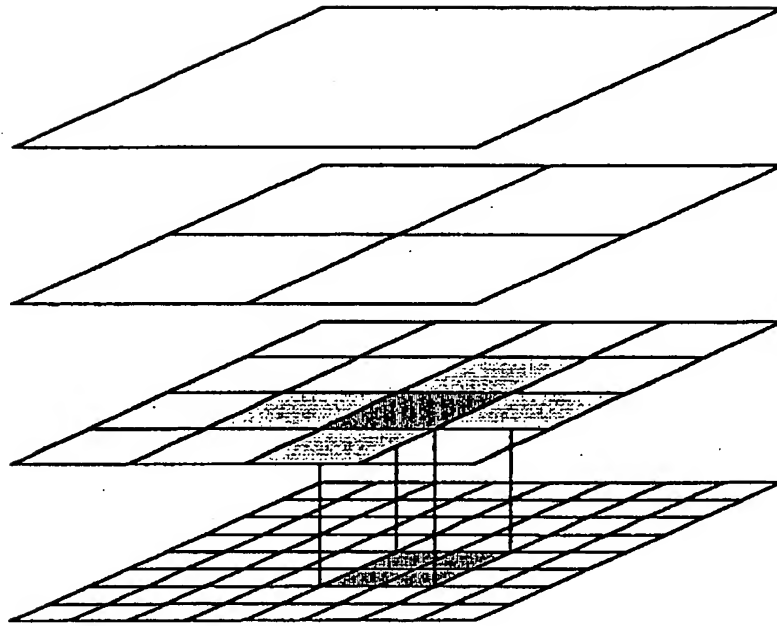


【図 4】

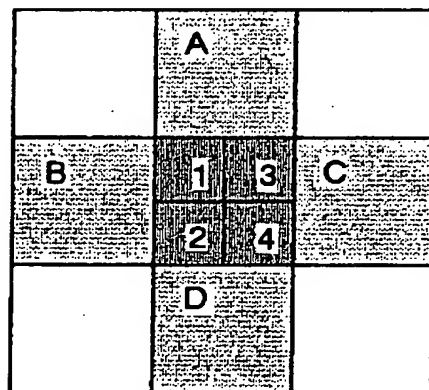




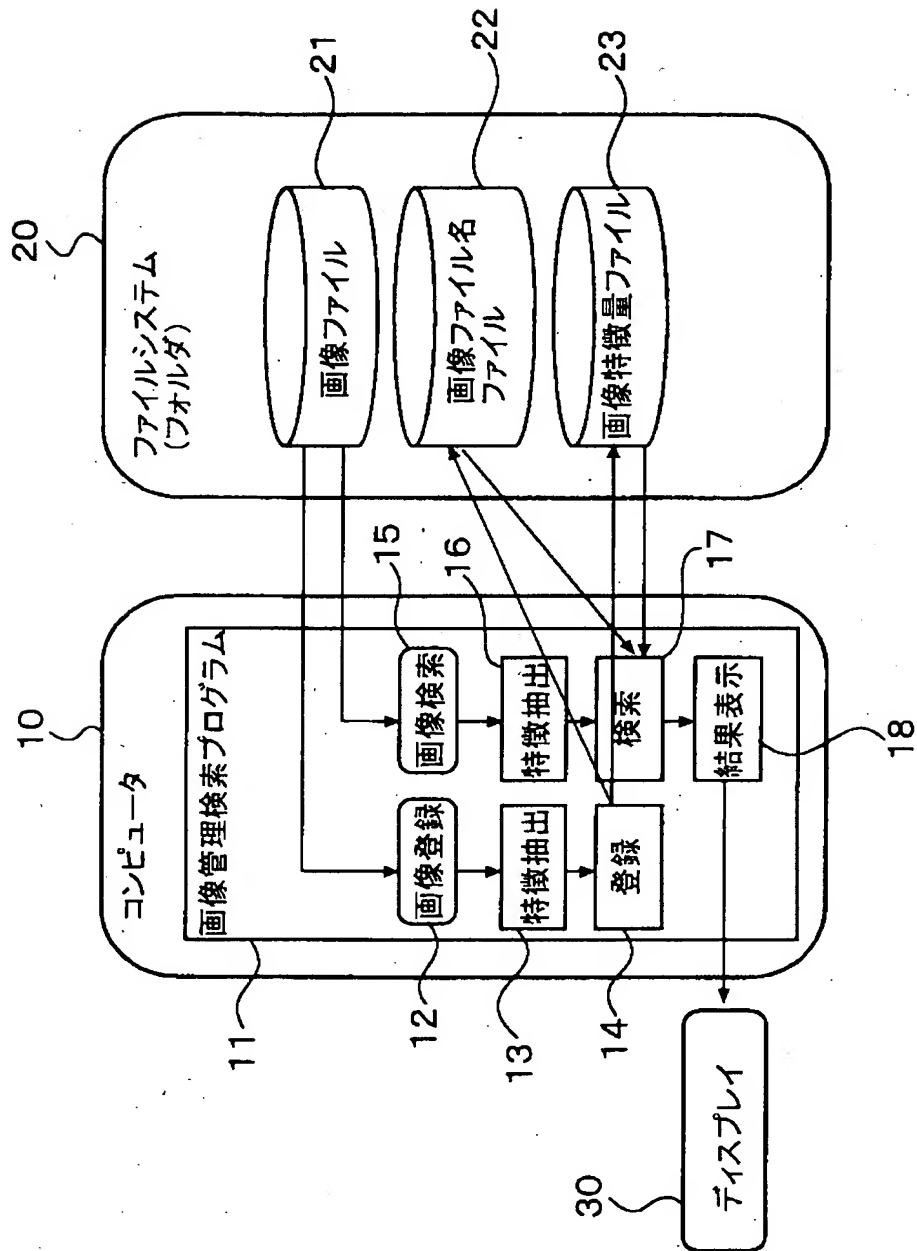
【図 5】



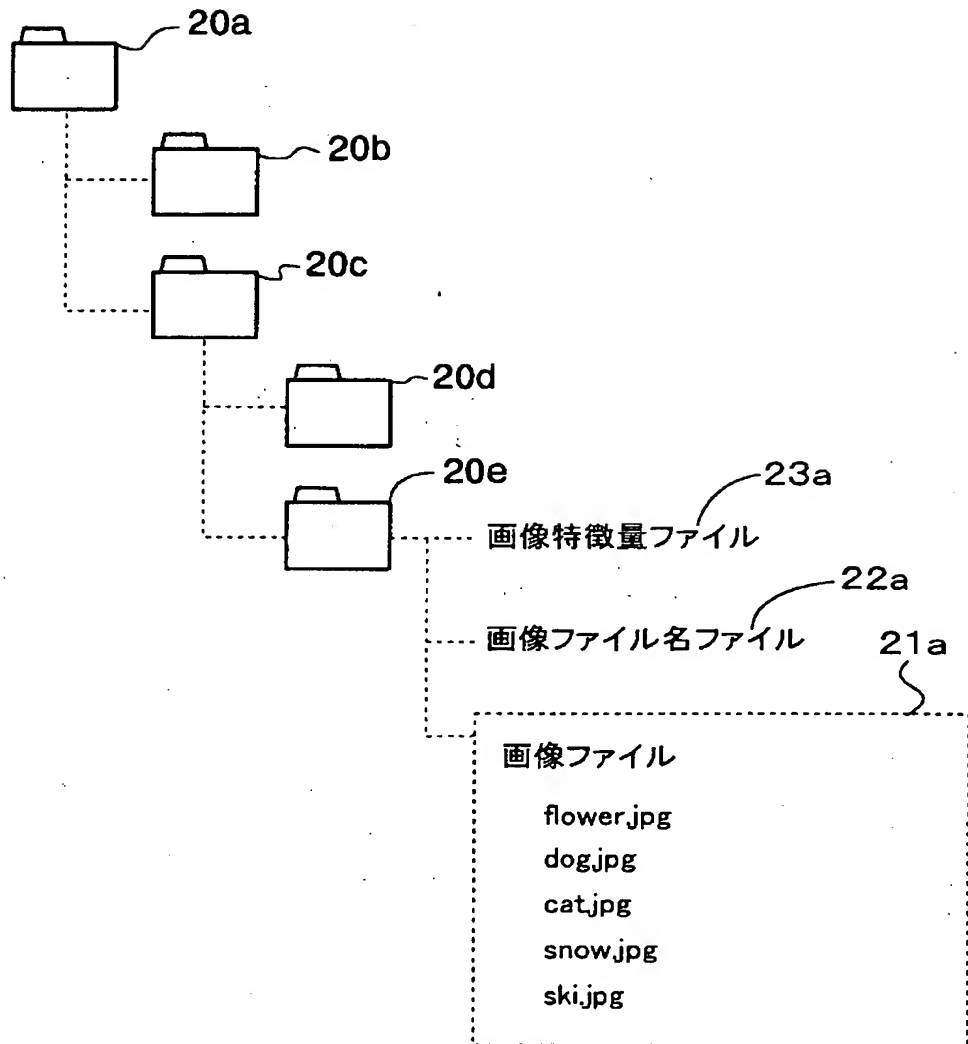
【図 6】



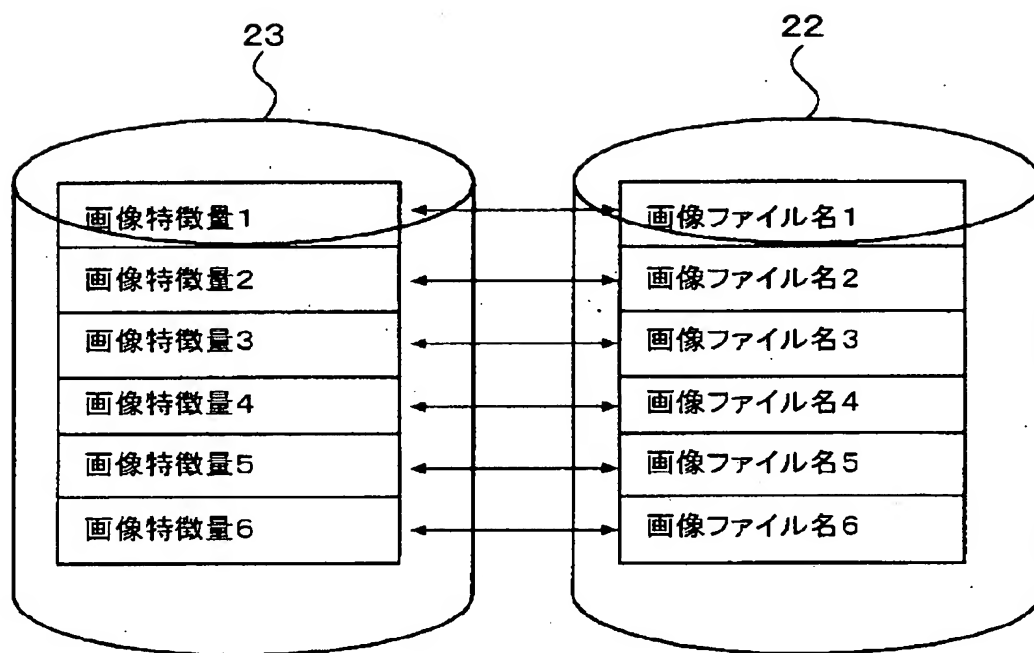
【図 7】



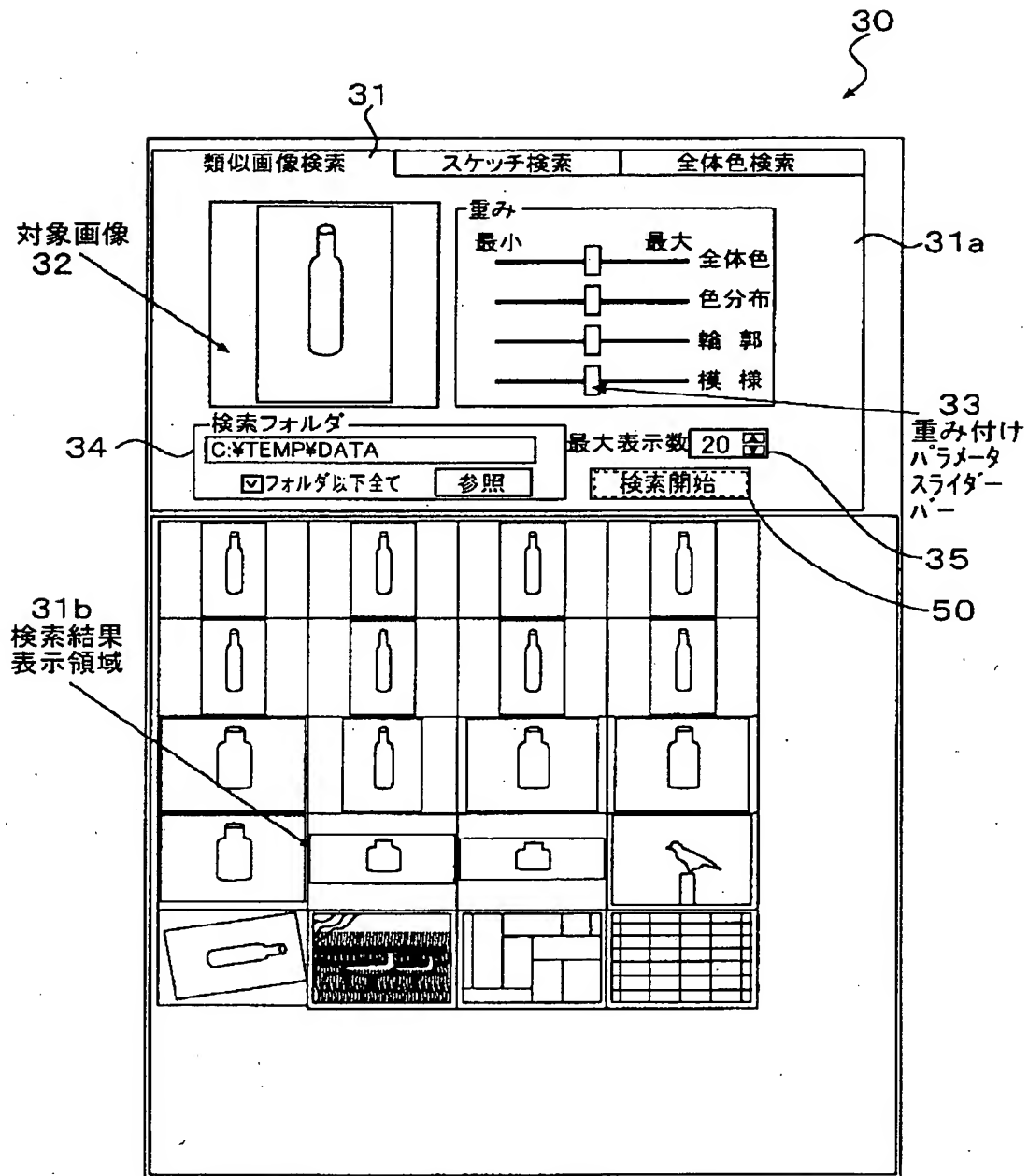
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 膨大な画像の特徴量空間を効率良くかつ精度よく表示する。

【解決手段】 最初の 4 分割は数が等分になるように分割し、次の 4 分割は上位層での隣接するグリッドをベースに分割し、中心領域を 4 分割する場合には、グリッド A～D を参考にする。例えば領域 1 の代表点を求める場合には  $E_1(p) = D(A, p) + D(B, p) + (1 - D(C, p)) + (1 - D(D, p))$  で示す評価関数を使用する。D ( ) は距離関数であり、A～D はグリッド A～D のそれぞれの代表点 (画像) である。中心領域に含まれるすべての点で最も評価関数の値が小さい点が領域 1 の代表点となる。同様にしてにして領域 2～4 の代表点を求める。代表点が確定したなら、中心領域に属するすべての点 (画像) を代表点との距離に基づいて数が等分になるように分配する。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006747]

1. 変更年月日 2002年 5月17日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
氏 名 株式会社リコー